

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 工程學科(一)科

052315

多功能腿部肌力復健系統

學校名稱：高雄市私立大榮高級中學

作者： 職二 洪騰詠 職三 劉易宗	指導老師： 林進雄 周宗元
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：骨骼復健、運動復健、物理治療

摘要

「雙手萬能、雙腳亦萬能」，雙腳是我們身體輪胎，它可以承載身體移動，假如某天當雙腳失去健康時，除了漫長的醫療外，也需要藉由復健的工作來治療、矯正其行動，而傳統的復健設備只是單調的機器，只是單純的對復健者進行負重的測試，如果能有一套完善電子設備可以協助復健者及醫生作有計畫的復健執行，相信日後對復健者進行醫療復健一定能夠更加完善。

治療與復健對骨傷是漫長的醫療行為，由期是康復後的復健醫療，我們設計輔助協助病患進行復健工作，因此系統設計重量感測器，來偵測復健者的重量測試資料並記錄，同時系統會透過 LINE 方式通知家人及醫生其復健情形，因此一套完善且有計畫的復健系統協助復健的話，相信復健工作一定能更有效率。

壹、研究動機：

- 一、奶奶已高齡 82 歲，因膝蓋退化，所以手術裝了人工關節，加上先前自己腦部腫瘤開刀常期臥病在床，造成腿部無力，因此經醫師建議需要進行復健，在恢復期間，因走動會疼痛，又疲累，所以更不想復健，要長期依賴打針、吃藥、復健，是很花時間、金錢、體力的，如果有這台復健機，在家隨時都可做復健，查看復健的進度與改善的結果，再傳給醫生查看復健結果，不僅可以省下多餘的時間、金錢與體力，是比較符合經濟人力效率的，由於有家人的陪伴與督促，老人家會樂意起身做復健，不僅可以增進家人的互動與感情，又達到有效的成果。
- 二、復健治療，愈早開始愈好，最佳的復健介入時間可在手術開完刀隔天。復健醫師依據患者的狀況，評估在可以做的復健動作。由於下肢開刀住院時間平均是 5~7 天，出院之後，病人可以透過本系統進行居家復健，就不用每天到院復健，並可將復健結果傳送至雲端資料庫，復健師就能透過電腦隨時追蹤患者復健情形，並給予復健評估及建議。
- 三、對於骨骼損傷、骨折、中風、截肢、運動傷害、肌肉萎縮等患者復健，或是慢性疾病長期疾苦所引起的身體功能缺失、不協調等，就能夠有更完善的復健治療輔助系統以及設

備，因此我們藉由復健來治療、矯正其行動以及使用復健輔助用具來模擬環境障礙，其最終的目的就是要讓一個人能夠在病痛或殘障之後，能夠經由復健的治療來減少病患家屬及社會的負擔，使其能獨立自主、有意義、有尊嚴的生活。



貳、研究目的：

- 一、國家邁入老人化時代，因此凸顯醫療與長照的重要性，而居家的復健工作可減輕醫療機構門診負擔，也可減輕復健者及家人的舟車奔波之苦。因此正確有效的術後即時訓練肌力，可以減少骨骼、韌帶的傷害，肌肉有穩定關節的作用，術後若缺乏肌力訓練，反而會讓骨骼與韌帶容易受損，導致骨折部位好了，周邊的組織開始疼痛。
- 二、此目的是針對某些骨骼損傷、骨折、中風、截肢、運動傷害、肌肉萎縮等患者的復健，或是慢性疾病長期疾苦所引起的身體功能缺失、不協調等障礙的病患而設計協助復健的系統。
- 三、運動復健就是藉由運動來增強其骨骼的強度及關節的活動量，使肌肉的肌力與肌耐力增強，假設能有這麼一套有計畫性的電子設備來協助復健醫師做專業的復健執行，隨時調整復健的時間、操作的重量、操作項目及方法以提供醫療物理治療師參考，藉由光、電、冷、熱、水、機械力等物理因子以及運動的治療方式來改善病患身體的各種問題。
- 四、復健醫療日受重視，醫療的方式也有更多的選擇，但是往往因為人們心態的怠惰，使復健工作的效率大打折扣，其主要原因是因為傳統的復健醫療器材只是一昧的對著患者進行相同的復健模式，假如能有一套結合電子技術來改進傳統單調的復健器材，將患者進

行復健時的就診資料、病歷資料、復健資料做紀錄，方可使病患及醫師進行復健工作更為流暢。復健結果透過 LINE 群組方式，傳送至家人及復健師手機，提供醫師更佳的診斷參考依據，

五、也可以使復健者、年長者樂意起身去做復健，而可以省下回診的時間、精神、體力，得到更有效率的復健、治療與康復，在高科技的商業時代，士農工商各有忙碌，長輩或患者都需有人陪同回診、打針、吃藥、做復健，如果有這台復健系統在家，方便隨時都可以做復健，不僅省下多餘的時間、精神、金錢、體力，也可以增進家人的互動與感情，只要上傳復健的進度，讓醫生知曉結果，相信長輩或患者將會更熱意起身做復健，而達到復健的效率，給長輩或患者健康自在的人生。

參、研究設備及器材：

設備名稱	數量	備註
電腦主機含觸控顯示器	1	系統程式控制電腦，Arduino 程式撰寫
雙電源直流電源供應器	1	電路實驗
ArduinoUno 控制板	1	單晶片微電腦硬體電路設計及模擬
數位三用電表	1	電壓量測與電阻量測
麵包板	1	為免焊萬用板硬體電路實驗
TAS606 負重感測模組(200kg)	4	負重感測器提供復健重量偵測
轉換器及信號放大- HX711	4	類比信號/數位信號轉換控制
石英晶體(16MHz)	4	提供單晶片微電腦之工作時脈
邏輯探筆	1	邏輯信號準位測試
積體電路 ATmega328P	4	Arduino 單晶片為系統核心
積體電路 MAX232	2	串列傳輸信號轉換控制
AC/DC 電源供應器(12V/2A)	1	提供電路直流電源
TTL 轉 USB 傳輸線	4	串列傳輸轉換介面
音頻放大器	1	聲音輸出與音源放大
7805 穩壓積體電路(+5V)	1	系統電源穩壓

肆、研究過程或方法：

4-1 系統架構方塊圖

多功能腿部肌力復健系統方塊圖，如圖 4-1 所示。多功能腿部肌力復健系統，共有五個單元分別有負重感測器單元、重量感測類比/數位轉換單元、Arduino 單晶片微電腦控制單元、RS-232 串列傳輸轉換單元、個人電腦復健顯示器單元、智慧型裝置。負重感測器轉換單元，安裝腿部腳踏板下方，用來偵測踩踏重量，負重感測器訊號經電纜線接至重量感測類比/數位轉換單元，重量感測類比/數位轉換單元，主要是將重量感測器類比訊號放大，再經由模組將類比訊號轉換成數位訊號。Arduino 單晶片微電腦控制單元，為系統硬體電路主控制器，分別控制讀取重量感測類比/數位轉換單元，感測器的重量數位資料，再透過 RS-232 串列轉換單元，資料經由 USB 傳輸介面將資料傳送至復健控制電腦處理系統單元。

個人電腦復健顯示器單元，利用 RS232 串列埠，接收由單晶片微電腦所傳來負重感測元件所偵測的重量數據，個人電腦周邊控制單元是系統命脈，主要是處理、分析、記錄復健各項資料。復健資料記錄透過 USB 介面，將復健結果記錄於記憶體中，人機介面設計以觸控螢幕操作方式，登錄及操作各項復健時所需要的選單。當復健結束後按下傳送，系統會將復健結果傳送至醫師及家人的手機。



圖 4-1 多功能腿部肌力復健系統方塊

4-1-1 傳統腿部復健與電子式復健

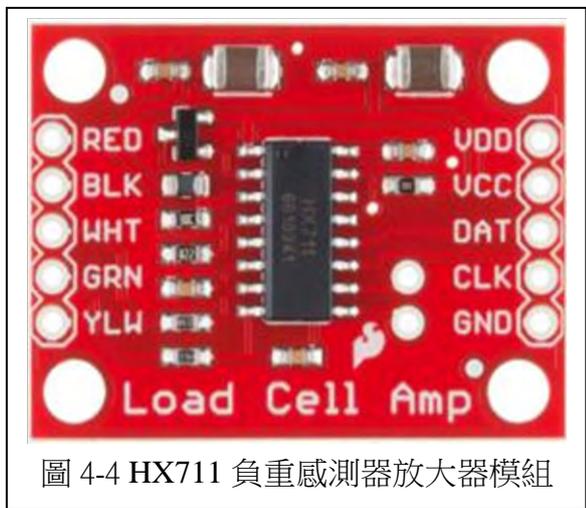
傳統站姿重量訓練，如圖 4-2 所示。當術後腿部骨骼恢復後，醫師會對病患要求腿部耐力偵測，以傳統的體重計進行單腳乘載身體重量，在慢慢將身體重量落於單腳，每次或

復健需重複數十次，每次須要時時僅叮體重計，查看是否會過於施重，並無有效記錄測試結果。電子式重量測試，如圖 4-3 所示。電子式重量測試比傳統的好一點點，就是復健數位化省下判讀時間。因此作品多功能腿部肌力復健系統，以數位方式結合電腦進行復健資料記錄，讓復健者或醫師有效的追蹤復健情形。



4-2 重量感測類比/數位轉換單元

HX-711 負重感測器放大器模組，如圖 4-4 所示。接受來自負重傳感器的五根導線。這些引腳用顏色標記; RED, BLK, WHT, GRN 和 YLW, 負重感測器，如圖 4-5 所示。這些顏色對應於稱重傳感器的常規顏色編碼，其中紅色，黑色，綠色和白色線來自稱重傳感器上的應變儀，黃色是可選的接地線，不連接到應變計，採接地方式可減少任何小的外部 EMI（電磁干擾）。以屏蔽信號線，以減少 EMI。HX711 模組電路圖，如圖 4-6 所示。重傳感器放大器是 HX711 IC 的一個小型分線板，讀取負重感測器以測量重量。並將放大器連接到微控制器，能夠讀取負重感測器電阻的變化，使用前需做校準，將能夠獲得非常準確的重量測量值。



HX711 是一款專為高精度電子秤而設計的 24 位元 A/D 轉換器晶片。與同類型其他晶片相比，該晶片內容包括穩壓電源、時鐘振盪器等其他同類型晶片所需要的週邊電路，具有整合性高、回應速度快、抗干擾性強等優點。降低了電子磅秤的整體成本，提高了整體的性能和可靠性。

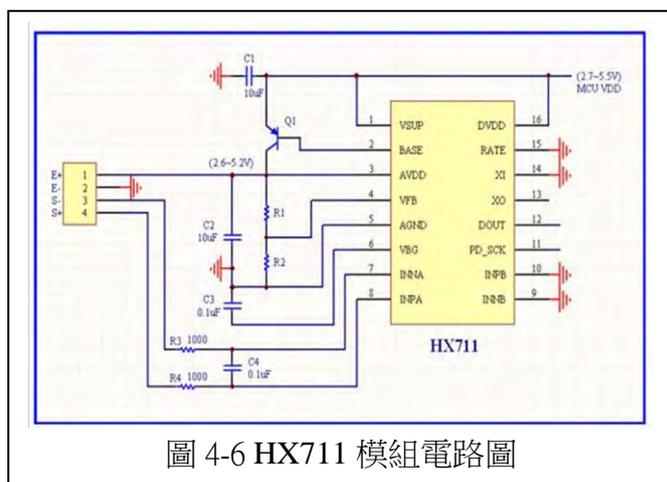


圖 4-6 HX711 模組電路圖

該晶片與後端單晶片的線路連接和開發程式非常簡單，所有控制信號由晶片驅動，無需對晶片內部的暫存器編寫程式。輸入選擇開關可任意選取通道 A 或通道 B，與其內部的低雜訊可程式放大器相連。通道 A 的可程式增益為 128 或 64，對應的滿額度差分輸入信號幅值分別為 $\pm 20\text{mV}$ 或 $\pm 40\text{mV}$ 。通道 B 則為固定的 64 增益，用於系統參數檢測。晶片內提供的穩壓電源可以直接向外部感測器和晶片內的 A/D 轉換器提供電源，系統板上無需另外的類比電源。晶片內的時鐘振盪器不需要任何外接器件。上電自動復位功能簡化了開機的初始化過程。

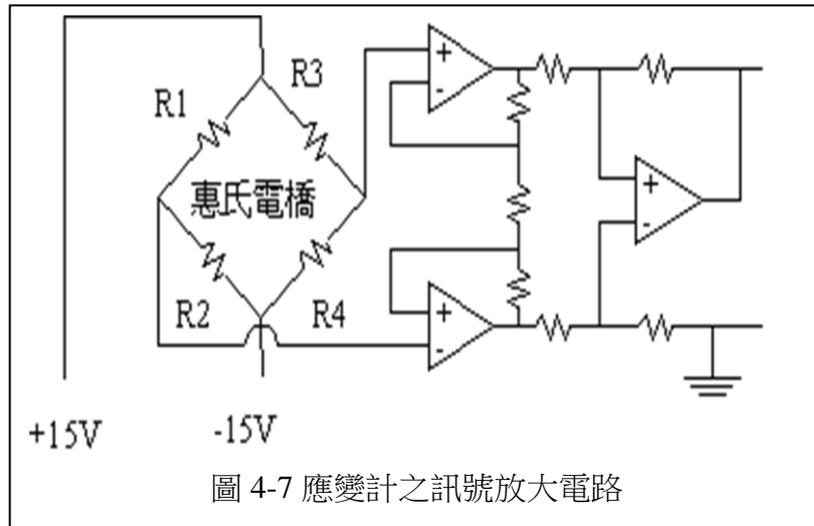
4-3 壓力感測元件之原理介紹

目前在微電子技術所製造的元件中，壓力感測元件是最早商品化的，同時應用也最為廣泛，壓力感測元件已大量地應用在汽車、醫療、工業量測、自動控制和各種電子產品上。壓力感測元件所應用的原理有下列三種效應，如壓電效應(piezoelectric)、壓阻效應(piezoresistive effects)、以及電容效應。但依環境與場所就有不同選擇，在作品中我們選用壓阻效應式負重感測器作為腿部肌力負重感測元件。

4-3-1 壓電效應

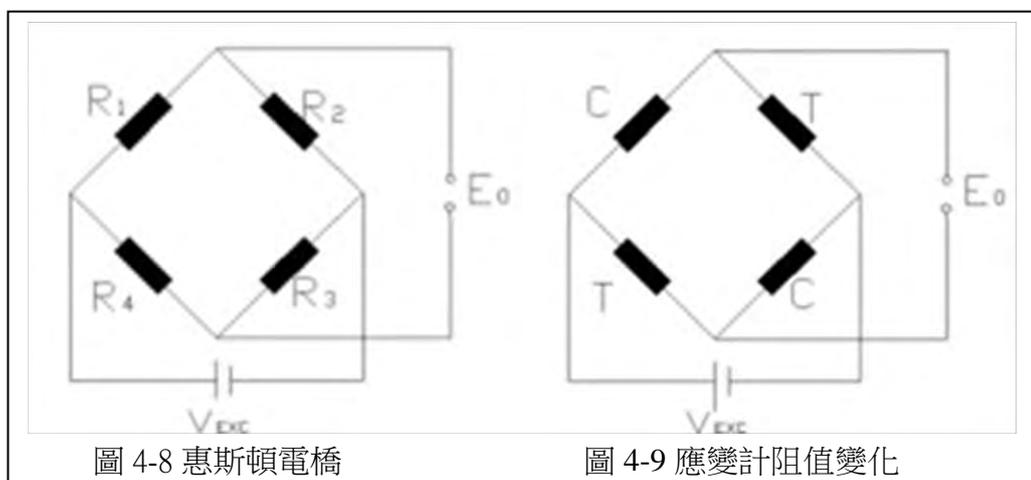
壓電效應可以將電能與機械能互相轉換，也就是改變材料長度(機械能)會改變電壓(電能)，大家現在可以想像為什麼這個效應要稱為「壓電」效應了吧！當你對壓電材料施加「壓」力時，材料的長度會縮小，這個時候便會產生「電」壓變化。感測壓力的電阻以惠斯登電

橋(Wheatstone bridge)的方式來連接，應變計之訊號放大電路，如圖 4-7 所示，其中電阻 R1 即為矽質壓力感測元件。



4-3-2 壓阻效應

所謂壓電效應是指當機械作用力作用於材料時，材料所能產生的電效應，相反的當施加電場於材料時，能夠使材料產生機械變形。這種現象只存在某些結晶材料，如石英(Quartz)、氧化鋅(ZnO)、鈦酸鋇陶瓷(BaTiO₃)、鈦酸鉛鋇陶瓷(PbZrTiO₃, PTZ)，或是一些特殊的化學聚合物如 PVDF，由於矽晶具有中心對稱的網格結構無法展現其壓電性質，因此這些材料必需經過一定的製程塗佈於矽晶表面才能具有壓電性，如石英必需依一定的軸向切割、壓電陶瓷需經過高電場極化。負重感測器又稱之為應變計，應變計(Strain Gage)是利用元件之電阻值依彎曲、變形程度而變化之特性做成的一種計測器。然而應變計測量應變或應力時，是將應變計黏貼在被測物體上。在外力作用下，被測物體表面產生微小變形，黏貼在其表



面上的應變計也隨其產生相同的變化，因此應變計之電阻也產生相同的變化。在應變計電阻變化的感測是使用、惠斯頓電橋，如圖 4-8 所示。來做檢出，而在惠斯頓電橋的應用上也分成三種不一樣的用法，例如將一個電阻更換成應變計、兩個更換成應變計或全部更換成應變計。

惠斯頓電橋平衡原理係由四個適當電阻結合電源所組成的電路，理想平衡狀態下： $\frac{R_1}{R_4} = \frac{R_2}{R_3}$ 時，電橋電壓的輸出為零，如果其中一個電阻更換成應變計，而其他三臂所用之電阻與應變計之電阻值相同，可以求，另外如果四個電阻全更換成應變計。當外力作用時，**T** 為拉伸力量的應變計，**C** 為壓縮力量的應變計，經電橋電路計算後，四個應變計的輸出電壓為一個應變計的四倍，即，以上便是利用不同搭配組合來製做不一樣的 **Load Cell** 以達到各種使用上的需求。

利用此電壓變化的物理量再經過 **ADC** 轉換為數位訊號後，就可從顯示器顯示出來應變的變化結果。但是此電壓變化的大小為 **mV** 的電壓訊號(因為 ΔR 的變化量遠小於 **R**)，所以要做一個高精度的 **Load Cell**，處裡的訊號將接近於 **0.1mV**，因此 **ADC** 的抗雜訊性能無法達到要求，勢必要將電壓訊號先經過一級 **OP** 的放大，來達到精度要求，應變計阻值變化，如圖 4-9 所示。但經過 **OP** 放大的訊號所要考慮的因數就的複雜多了，除了 **OP** 本身的性能要求是否能達到外，還要考慮外圍的電阻元件是否能克服溫度變化的要求，如此作法的成本就相對性的會提高很多。

惠斯登電橋之電阻與電壓關係滿足下式：

$$V_{out} = \frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} V_{in} \quad \dots\dots\dots \text{公式 1}$$

若假設 **R1**、**R2**、**R3**、**R4** 均相等且都等於 **R**，當壓力感測元件因壓力之變化產生 ΔR 之微小變化，則(1)式可化簡如下：

$$V_{out} = \frac{R^2 + R\Delta R - R^2}{(2R + \Delta R) \cdot 2R} V_{in} \cong \frac{\Delta R}{4R} V_{in} \propto \varepsilon V_{in} \quad \dots\dots\dots \text{公式 2}$$

4-3-3 電容效應

電容效應是指電容的「電容值」會隨著電極之間的距離不同而改變，第二章曾經介紹過電容是電的被動元件，它的功能是用來「暫時」儲存電荷(電子與電洞)的元件，中央使用一層絕緣材料(通常使用金屬氧化物)夾在兩層金屬電極之間製作成電容元件，如〈圖 4-24(a)〉所示，我們定義一個「電容值」來代表電容儲存電荷的能力大小，其單位為「法

拉第(Faraday)」，經由實驗發現，電容值大小與兩個金屬電極之間會滿足下列公式：

$$C = \epsilon \frac{A}{d} \dots\dots\dots\text{公式 3}$$

其中 C 為電容值、 ϵ 為介電係數、A 為電容的面積、d 為兩個金屬電極之間的距離，由上述公式中可以看出：當兩個金屬電極之間的距離愈大(d 愈大)，電容值愈小(C 愈小)，當兩個金屬電極之間的距離愈小(d 愈小)，電容值愈大(C 愈大)。

4-3-4 TAS606 負重感測模組(200kg)單元

負重感測器(Load Cell)、是可以將壓力轉換成電信號的物理元件，如圖 4-10 所示。重量感測器又稱荷重元，主要的應用於量測重量及力的場合。而其量測的型式可分為拉緊與壓縮(Tension and Compression)、壓縮、壓力(Pressure)與集束型(Beam Style)等作用力量測方式。可量測重量的範圍由幾公克重到幾頓重，其輸為電壓型式，需經由放大器將訊號放大。

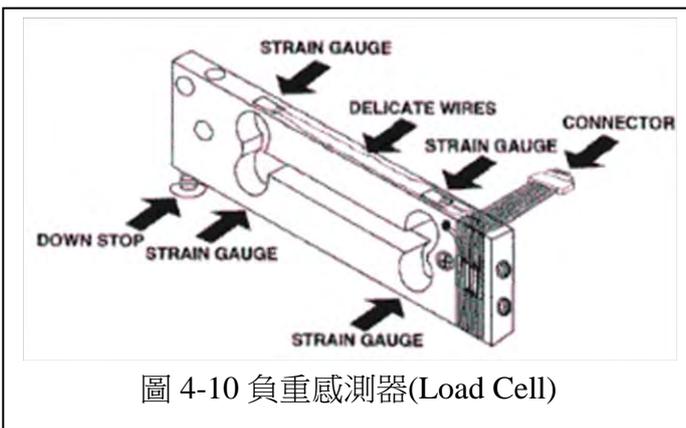


圖 4-10 負重感測器(Load Cell)

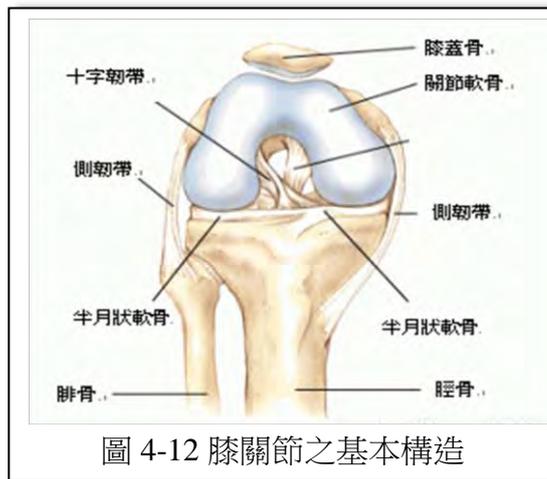


圖 4-11 TAS606 負重感測器

TAS606 負重感測模組，如圖 4-11 所示。盤式負重感測器我們選用 TAS606 負重感測，它可測量總重量為 200kg，一般人會超過 200kg 因此我們選用，TAS606 負重感測器將壓力轉換成電信號。每個測力傳感器能夠測量響應於施加到盤上的應變（例如壓力或力）而變化並且成比例的電阻。使用這個測量儀，你將能夠知道物體的重量，物體的重量是否隨時間變化，或者你只需要通過測量應變或施加到表面的載荷來感測物體的存在。

4-4 人體膝蓋關節的基本構造

人體膝蓋關節之構造可概分為：大腿骨、膕骨、股骨與脛骨，膝關節之基本構造，如圖 4-12 所示。



1. 大腿骨：大腿骨是人類最大的骨骼，上方尖端可彎曲 160 度，其前面是構成髓關節的骨頭，另一端則與膝關節連接小腿。
2. 膕骨：主要提供膝伸直時由四頭肌連接到脛骨的中間構造，可以避免韌帶直接與股骨摩擦。
3. 股骨：股骨頭是我們大腿連接骨盆的一個圓形骨頭，骨盆中會各有兩個洞讓股骨頭放進去，它的功能是支撐我們的體重，以及運動的反彈力量，使我們能跑能跳能將大腿抬起與身體做出垂直的動作。
4. 脛骨：在關節的周圍包覆著關節滑囊，由多組肌腱及韌帶所組成，以維持良好的穩定度。四頭肌及縫匠肌是最主要的肌肉，這兩組肌肉同時對於膝蓋本身提供很重要的穩定功能及吸震功能。膝蓋本身在行走時會承受到接近 2 至 4 倍的體重，所以體重愈重的人，膝蓋的負荷愈重。

4-4-1 復健之三大要素

- (一). 盡一切可能，清除身心功能障礙。
- (二). 身心功能障礙不能全部消除時，降障礙減少到最低限度。
- (三). 訓練傷殘患者，利用剩餘體能，從事日常生活活動換工作的需要。

4-4-2 何謂復健

首先復健醫療，是針對身體失能者，所延伸出來的醫療方式。最早見於美國 1910 年代後，當時世界歷經兩次世界大戰，產生許多傷兵，為了協助傷兵因戰爭導致的身體失能，利用殘餘肢體功能，發揮最大效能，藉以提升生活自理能力為目標。不過，由於身體失能的情況，致殘因素甚多，隨著時代演進，專業的復健師也日益細分。復健的執行者常常是復健治療師，或簡稱復健師，但復健師與復健科醫師並不同，民眾容易因名稱相近而混淆；

後者為一種專科醫師，其醫師身分得以合法獨立負責該專科的疾病診斷、開立藥物、開立復健處方等醫療業務，而復健處方將轉介給復健治療師，病患即開始接受復健之治療。

復健，就是使一位殘障者，能重新獲得自力生活之能力，進而具有謀生能力的過程。即對於一位在生理上有殘障的人，加以訓練，使他能將剩餘的體力，做充分的利用，在生理上，心理上，家庭社會環境上何職業上，都能達到自立，而不依賴他人，或盡量不依賴他人。也就是說，復健是對於身心有某種程度殘障的病患，教導他們，讓她們重新學習如何去適應正常之社會環境，在最短期內，使他們能在給自足，或能使她們恢復其工作能力，來適應社會環境。

復健之功能有下面三項：

- (一).發現病人之”能”，而加以發揮到最大程度，並非病人之”不能”，而與以矯治。
- (二).將病人之病，治療痊癒，而不至於喪失其他器官之功能。
- (三).訓練病人，使其重新適應社會生活。

4-4-3 肌肉張力評估(Modified Ashworth Scale,MAS)

肌肉張力評估(Modified Ashworth Scale,MAS) 肌肉張力，也就是肌肉對抗被動拉扯時，所產生的阻力。正常情況下，人體的骨骼是由關節中韌帶與肌肉連結，即使是放鬆的狀態下(沒有主動收縮)，大腦仍會讓肌肉控制在少許緊繃的狀態，維持一定的肌肉張力，可以幫助人體姿勢的正常排列，也方便我們在做主動動作時，肌肉收縮的啟動。如果大腦神經因中風或腦外傷等，使得肌肉張力異常時，過度緊繃或是鬆弛的肌肉，都可能影響關節組織，嚴重可能引起疼痛甚至關節活動角度受限等副作用。

4-4-3 Ashworth 量表(Modified Ashworth Scale)

Modified Ashworth Scale, MAS,主要是是用來評估肌肉痙攣(spasticity)，將肌肉張力分為 0~4 級，分數越低越接近正常，如果分數越高，代表痙攣現象越嚴重。

等級	標準
0	被動活動患側肢體在整個範圍均無阻力。 No increase in muscle tone.
1	被動活動患側肢體道終末端時有輕微阻力。 Slight increase in muscle tone, manifested by a catch and release or by minimal resistance at the end of the ROM when the affected part(s) is moved in flexion or extension.
1+	被動活動患側肢體在前 1/2 關節角度時有輕微阻力。 Slight increase in muscle tone, manifested by a catch, followed by minimal

	resistance throughout the remainder (less than half) of the ROM
2	被動活動患側肢體在整個關節角度均有輕微阻力，但仍可活動。 More marked increase in muscle tone through most of the ROM, but affected part(s) easily moved.
3	被動活動患側肢體在整個關節角度均有阻力，活動較困難。 Considerable increase in muscle tone, passive movement difficult.
4	僵直在屈曲或伸直下，患側肢體僵硬，活動困難。 Affected part(s) rigid in flexion or extension.

資料來源: Interrater Reliability of a Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity

4-5 Arduino 單晶片微電腦單元

作品我們選用 Arduino UNO R3，Arduino 單晶片微電腦為控制器，如圖 4-13 所示。它使用 Atmel AVR 單片機，採用開放原始碼的軟硬體平台，構建於開放原始碼 simple I/O 介面板，並具有使用類似 Java，C 語言的 Processing/Wiring 開發環境。Arduino Uno Rev. 3 微控制器板以 Atmel ATmega328 8 位元微控制器 (MCU) 為基礎。Arduino Uno 具備 14 個數位輸入/輸出腳位（其中 6 個用於 PWM 輸出）、6 個類比輸入，以及 1 個 16MHz 石英晶體。Uno 也包含 USB 連線、電源插孔、線路內序列程式設計 (ICSP) 插頭，以及重設鍵。



圖 4-13 Arduino 單晶片微電腦為控制器

Arduino 開發軟體需上網下載安裝 Arduino IDE，下載 Arduino IDE 後，利用環璣B 將 Arduino 和 PC 相連接後，螢幕上會出現安裝驅動程式畫面。指定驅動程式安裝路徑(在 arduino 資料夾裡 ->[drivers] -> [F環璣DI 環璣B Drivers])，連續安裝兩次即可。Arduino 軟體下載官網，如圖 4-14 所示。軟體目前版本為 Arduino 1.8.4，此時選擇 Windows 安裝包即可進行下載，下載。



圖 4-14 Arduino 軟體下載官網

Arduino 控制板功能，如圖 4-15 所示。具有 14 支數位 I/O 接腳可以當作 input 使用，也可以當作 output 使用，使用方法是透過 `pinMode()`, `digitalWrite()`, and `digitalRead()` 這幾個函式。這 14 支數位 I/O 接腳，其中幾支腳有特殊的功能。

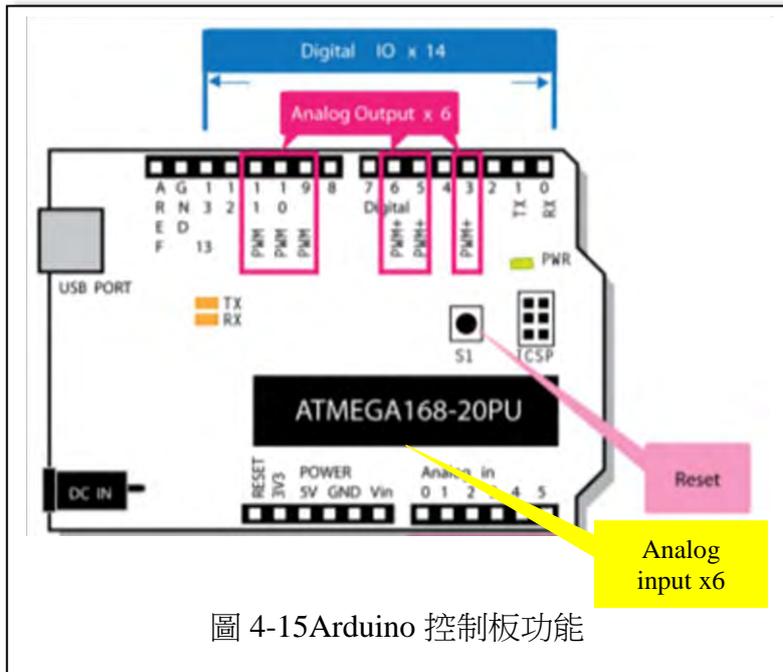


圖 4-15 Arduino 控制板功能

4-6 IFTTT 通訊實驗

雲端平台 if this then that (ifttt) ，如圖 4-16 所示。是一個連結許多常用網路服務的自動化工具，使用者能指定某個網路服務 A (Channel A) 在發生某個條件後，觸發 (trigger) 另一個網路服務 B (Channel



B) 進行某個反應行動 (Action) ，這整個流程就被稱為一個自動化任務 (Recipe) 。 IFTTT ，是一個新生的網路服務平台，通過其他不同平台的條件來決定是否執行下一條命令。即對網絡服

務通過其他網路服務作出反應。IFTTT 得名為其口號「if this then that」。

「IFTTT」是一個頗受好評的「網路自動連結」服務，例如我自己在 IFTTT 上使用了一份「動作 (Recipes)」，內容是「只要我在 Youtube 有人按讚，那麼訊息通知就會自動發送到我的 LINE」，這滿足了我把 A 服務內容串連到 B 服務的需求，並且不用自己動作，IFTTT 可以自動完成上述動作。簡言之，IFTTT 讓各個網路服務之間不再靜態分佈，可以把不同網路串連成「行動」，「如果」A 服務發生什麼事情，「那麼」B 服務就做出什麼反應。我們設計 IFTTT 的架構如下

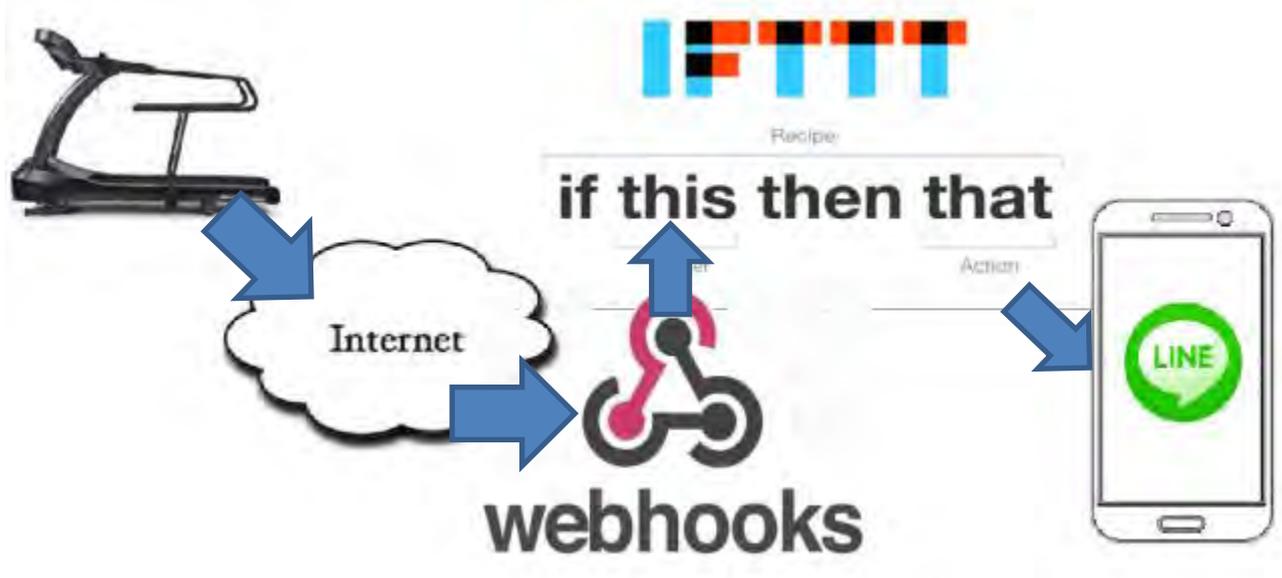
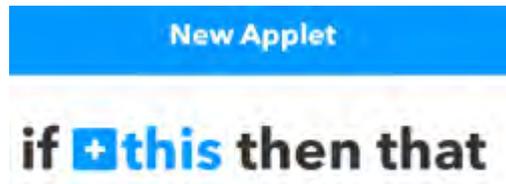


圖 4-16 雲端平台 if this then that (ifttt)

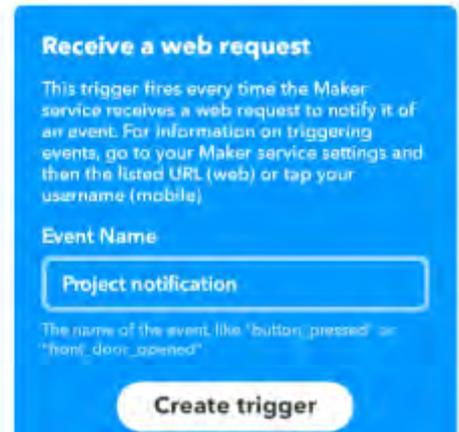
第一步 · 註冊帳號



第二步 · 加入新的應用動作 New Applet



第三步 · 啟用 Webhooks 為觸發動作要求



第四步 · 設定 Webhooks 專案名義

第五步 · 設定觸發後發通知方向 



第六步 · 選用 LINE 為通知目標



第七步 · LINE 設定

第八步 · 取出 Webhooks 設定金鑰及連結位置

Choose action service



Complete action fields



Your key is: **xyoeEj9FZVgiU0B9Ts8k5**

← Back to service

To trigger an Event

Make a POST or GET web request to:

`https://maker.ifttt.com/trigger/Project notification/with/key/xyoeEj9FZVgiU0B9Ts8k5`

With an optional JSON body of:

```
{ "value1": "[ ]", "value2": "[ ]", "value3": "[ ]" }
```

The data is completely optional, and you can also pass value1, value2, and value3 as query parameters or form variables. This content will be passed on to the Action in your Recipe.

You can also try it with curl from a command line.

```
curl -X POST https://maker.ifttt.com/trigger/Project notification/with/key/xyoeEj9FZVgiU0B9Ts8k5
```

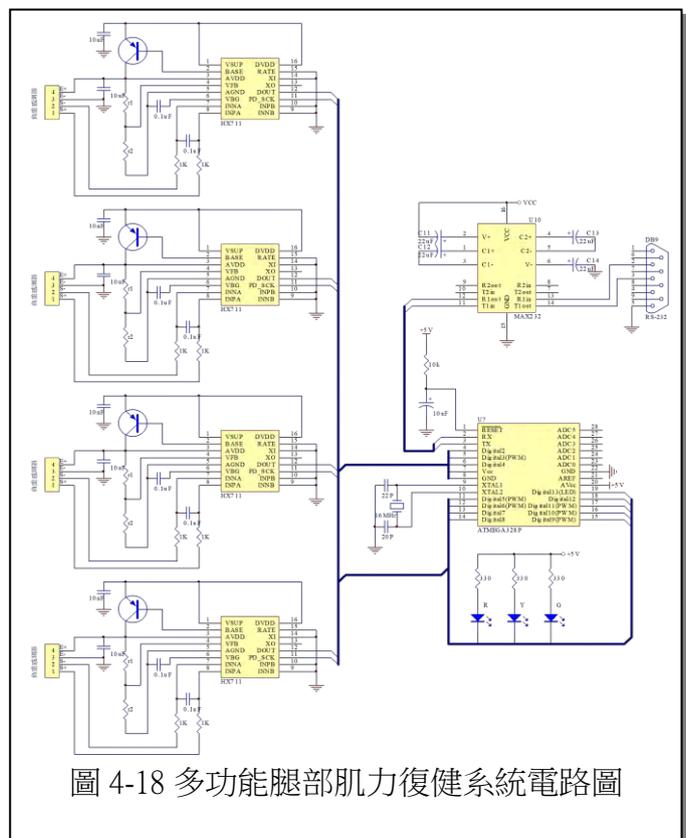
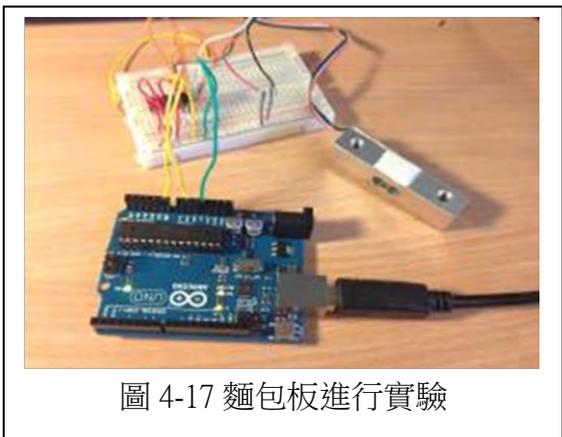
Test it

4-7 電路實驗

電路設計先以麵包板進行實驗，如圖 4-17 所示。將電路製作於麵包板中，開始撰寫 Arduino 程式，待硬體電路與軟體完成後，再進行電路板規劃與設計，將各元件焊接於印刷電路板上，接上電源即可進行系統整合測試，並開啟 VBP 程式接上 RS232 傳輸介面，即可進行電路實驗，如果產生錯誤，再修正硬體電路或軟體程式，直到功能正常。

4-8 電路設計

多功能腿部肌力復健系統電路圖，如圖 4-18 所示。電路以 Arduino Mega328P 為核心控制器，負重感測器 1~4 分別接至 HX711 類比/數位轉換電路，在接至 Arduino 之 pin2~pin9 腳位。ArduinoRX 接至 MAX232TX，ArduinoTX 接至 MAX232RX，主要是將轉換得重量值利用串列傳輸將資料傳送至電腦中處理。單晶片微電腦 digital 數位輸入腳 10~13 位置，接至 LED 燈號顯示，當重量高於 10% 以上時顯示紅燈，表示復健重量過重，復健值在復健值 80%~100% 範圍內，顯示綠色燈號，表示復健有成效，當復健重量低於 80% 以下，顯示黃燈表示復健未達標準值。VB 程式會將測試結果記錄於曲線圖上。電路之 D 形接到 TTL 轉 USB 介面，即可將資料上傳與訊息下載。



4-9 復健系統機台設計

多功能腿部肌力復健系統機構設計圖，如圖 4-19 所示。一般腿部受傷康復後，暫時是無法支撐身體的重量，復健平台需要穩定的機構，才不會造成復健者的二度傷害，因此我們設計半圓形的雙手握把，讓復健者可以用雙手來支援身體的重量，同時也可上下調整高度，適合不同身高的復健者。底部設計單腳踏板下方安裝重量感測器，來偵測復健者踩踏重量。

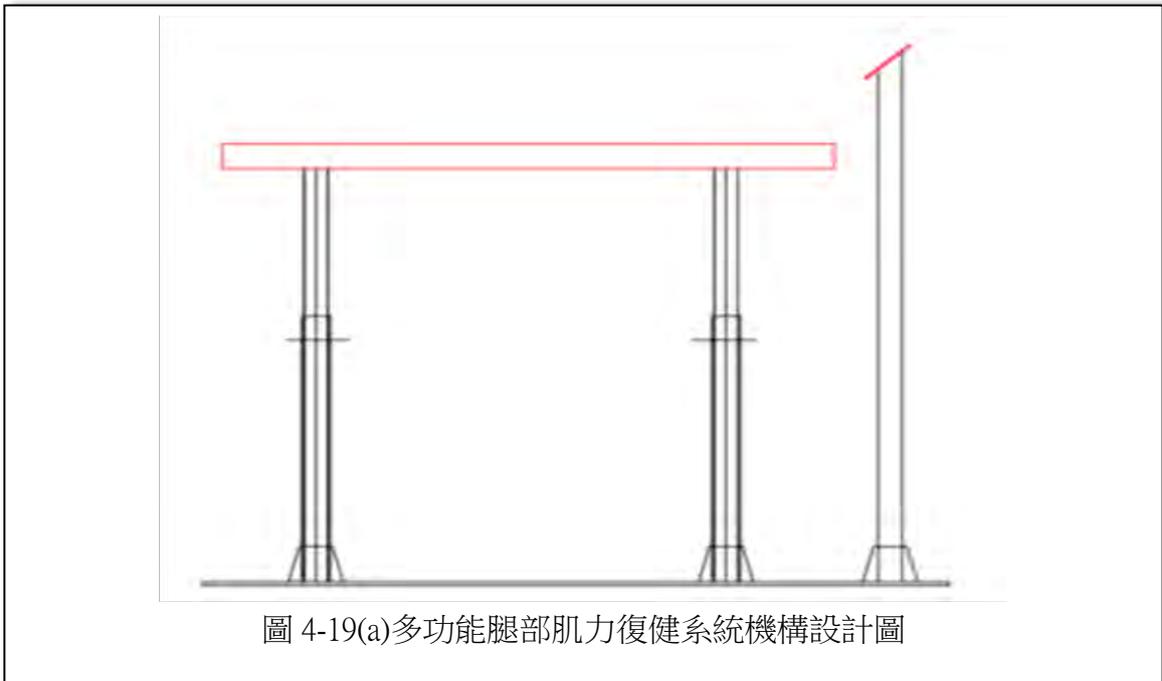


圖 4-19(a) 多功能腿部肌力復健系統機構設計圖

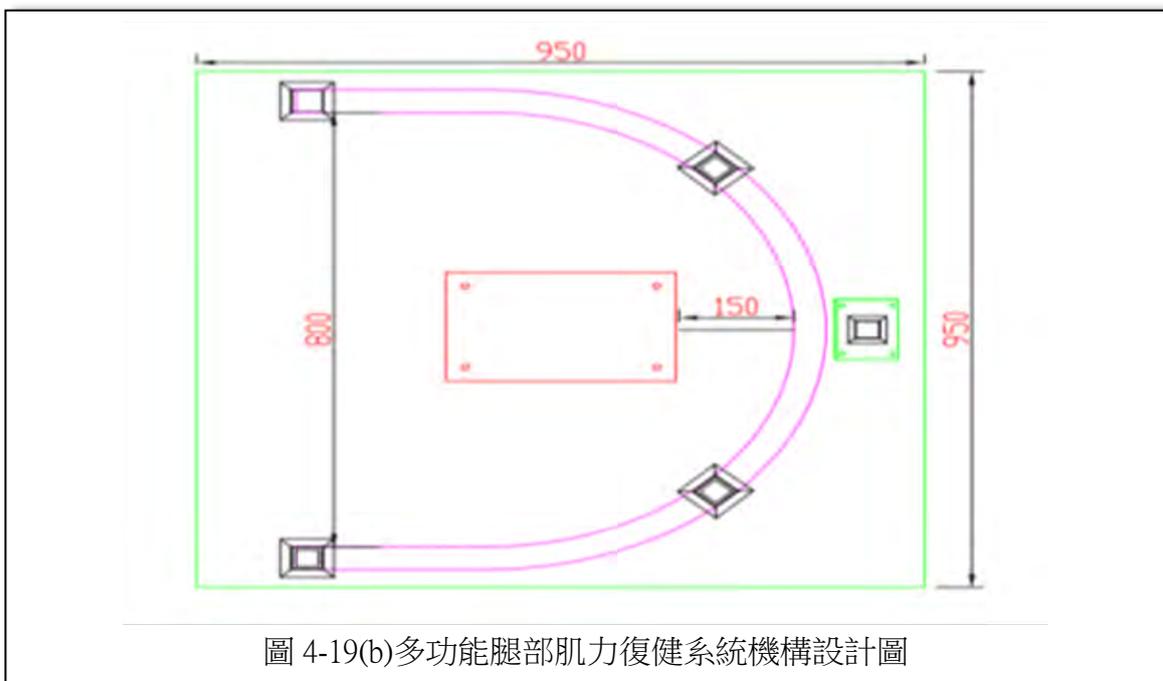


圖 4-19(b) 多功能腿部肌力復健系統機構設計圖

伍、研究結果：

5-1 前言

傳統復健儀器往往只是單純的對著復健者進行重複的負重測試，而卻往往沒有記錄其病患之復健資料以及進度，因此使用此復健系統不僅可以利用其記憶卡記錄復健者之復健資料，並可利用此系統之語音告示提醒復健者已完成之復健動作。並且復健者已完成醫師所指定之復健次數後，可經由系統選擇輕鬆優質之音樂聆聽，不僅可舒緩復健者進行復健時緊張的情緒也可使單調的復健工作變的不再那麼枯燥乏味。

本作品完成復健系統，可以使醫師掌握病患之病歷資料以及復健進度，利用本系統更可以讓醫師以及病患之間有良好的溝通，並可使醫師將患者之復健資料結果資料做紀錄，方可提供醫師更佳的診療參考依據。

5-2 多功能腿部肌力復健系統

多功能腿部肌力復健系統，如圖 5-1 所示。本作品可分為六個主體單元，分別為個人微電腦單元、觸控式螢光幕以及顯示控制單元、負重感測器及 A/D 轉換單元、Arduino 單晶片微電腦介面單元、音樂播放及語音單元、記憶單元。個人微電腦單元是系統的核心，系統程式以 Visual Basic 撰寫，主要控制週邊的記憶體之資料寫入/讀取、音樂播放與語音的告知控制、讀取單晶片微電腦所偵測的負重感測器所轉換的資料。觸控式螢光幕以及顯示控制單元，主要顯示系統主畫面及提示訊息，觸控式螢光幕主要提供使用者更方便的操作輸入介面。負重感測器及 A/D 轉換單元，選用 200kg 負重感測器及 24 位元 A/D 轉換器，負重感測器所偵測的重量，經由 A/D 轉換後即可得到的數位資料。單晶片微電腦界面資料讀取單元，主要是控制讀取經由 A/D 轉換器所送達的資料，在由單晶片微電腦以串列埠與個人電腦連接，此時即可完成資料傳送。音樂播放及語音單元，主要提供復健時之背景音樂，系統操作以及警告提醒語音訊號。記憶體單元，採用 SD 卡記錄資料，主要是儲存復健者之個人病歷資料、就診病歷資料、復健資料等。



本作品完成多功能腿部肌力復健系統，可以使醫師掌握病患之病歷資料以及復健進度，利用本系統更可讓醫師以及病患之間有良好的溝通，並可使醫師將患者之復健資料結果資料做紀錄，方可提供醫師最佳的診療參考依據。

傳統復健儀器往往只是單純的對著復健者進行重複的負重測試，而卻往往沒有記錄其病患之復健資料以及進度，因此使用此復健系統不僅可以利用其記憶卡記錄復健者之復健資料，並可利用此系統之語音告示提醒復健者已完成之復健動作。並且復健者已完成醫師所指定之復健次數後，可經由系統選擇輕鬆優質之音樂聆聽，不僅可舒緩復健者進行復健時緊張的情緒也可使單調的復健工作變的不再那麼枯燥乏味。

系統主畫面，如圖 5-2 所示。多功能腿部肌力復健系統主選單，當系統啟動時電腦立即進入復健主畫面，操作者依功能選擇進行各項復健工作，其功能有基礎體重測量、骨(折)傷復健。主畫面提供操作者優雅復健介面環境，系統設定每分鐘秀出典雅風景片，並可選擇播放清音樂及操作使用說明，可使患者減少復健時緊張。



圖 5-2 系統主畫面

基準體重測量，如圖 5-3 所示。操作者可以先行基礎體重測量，以作為復健時重量參考數據，因此患者在依醫師建議依體重的百分比進行復健，程式可計算復健百分比復健重量。系統並提供台斤、英磅轉換重量。此項平時可以用作體重計，量測病患就醫前、就醫後體重的變化情形。



圖 5-3 基準體重測量

個人資料登錄，如圖 5-4 所示。個人資料登錄作業，可分為個人資料登錄、病例資料查詢、就診病例資料登錄。骨傷復健患者，將個人隨身碟個人資料讀取至系統中，即可進行就診病例資料登錄。當醫師需患者進行骨傷復健時，患者選擇骨傷復健系統進行復健工作，在進行骨傷復健項目中，復健資料會儲存在隨身碟，可經選單查詢復健結果。個人資料、就診資料，登錄、修改須由醫師進行操作。



圖 5-4 個人資料登錄

多功能腿部肌力復健系統主選單，如圖 5-5 骨傷復健：骨傷患者進行復健，需登錄個人資料，在依醫師指示復健重量百分比及復健次數進行復健工作，患者在依指示將肢體復健位置，慢慢將身體重量落於肢體位置上，經由負荷重量感測器偵測重量，在由顯示器將重量顯示於螢光幕上，當操作重量超過所設定重量的 20%時，由復健訊息欄告知患者操作力量以超出設定值，請小心操作。當復健完成時系統會將復健次數及開始時間、結束時間等訊息記憶在個人之隨身碟中，做為醫師日後追蹤復健成果之依據。



圖 5-5 多功能腿部肌力復健系統主選單

復健資料查詢，如圖 5-6 所示。該功能可查詢患者每次復健時所儲存資料，因此復健醫師經由復健資料，分析復健成效，並加重患者復健重量，待患者完全康復。



圖 5-6 復健資料查詢

復健資料曲線圖，如圖 5-7 所示。復健者依照醫師的指示進行復健，系統會進行 20 次的重量測試，每次復健情形會紀錄於曲線圖，醫師只要依據圖示就能瞭解復健成效。功能測試系統會發出一音樂聲，復健聽到音樂聲就開始加壓於受傷的大腿，待音樂結束後鬆開大腿力量，此時系統會記錄力量於曲線圖上。

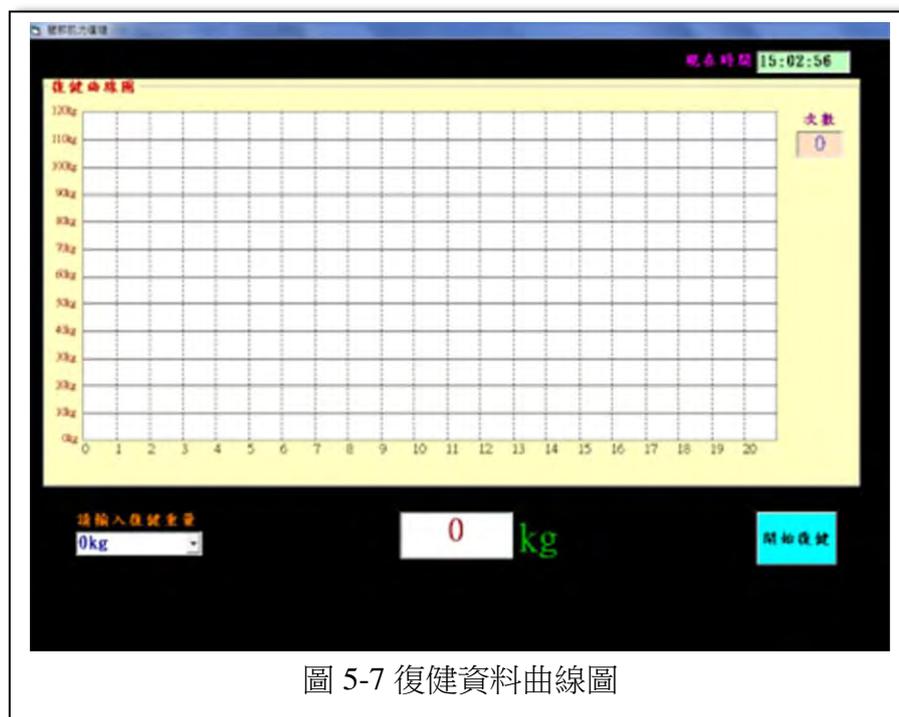


圖 5-7 復健資料曲線圖

5-3 多功能腿部肌力復健系統控制電路

多功能腿部肌力復健系統電路配置圖，如圖 5-8 所示。電路我們設計四組重量感測器，分別可擴充測試左右腳、可同時支援兩台多功能腿部肌力復健系統使用。依配置圖之元件共有七大項，TAS606 負重感測器輸入端、HX-711 類比/數位轉換、AC/DC 轉換器(12V)、AC110V 輸入、ATmega328 單晶片微電腦、MAX232、UART 轉 USB。

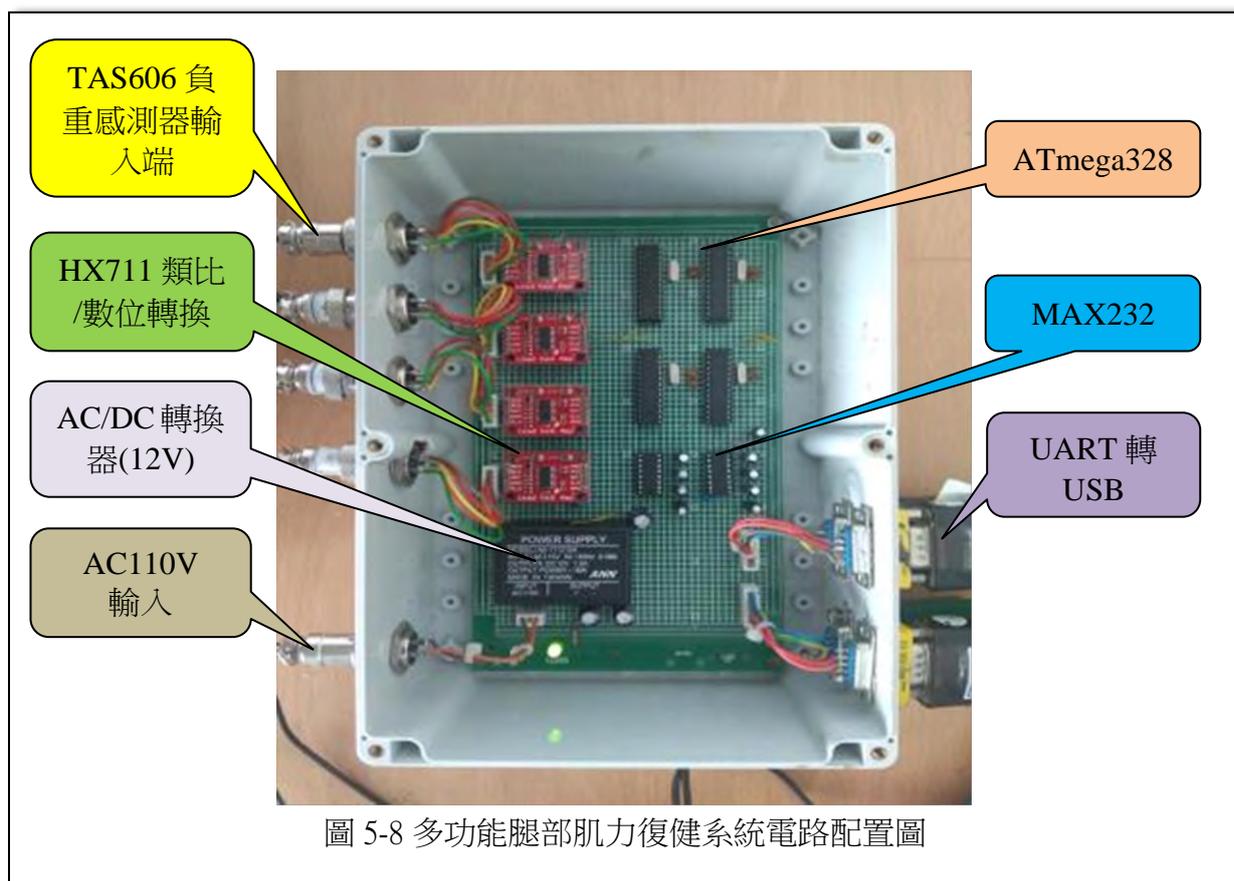


圖 5-8 多功能腿部肌力復健系統電路配置圖

5-4 IFTTT 測試結果

取得 IFTTT 之 applet webhooks 之金鑰後，我們先行試建立連結網址

<https://maker.ifttt.com/trigger/GAME/with/key/金鑰值?value1=test1&value2=test2 &value3=test3>

經過測試，可以順利把資料送到 LINE 指定群組上

另外，為了網站測試，我們也架了一個簡易的測試網站，方便我們進行 IFTTT 的測試

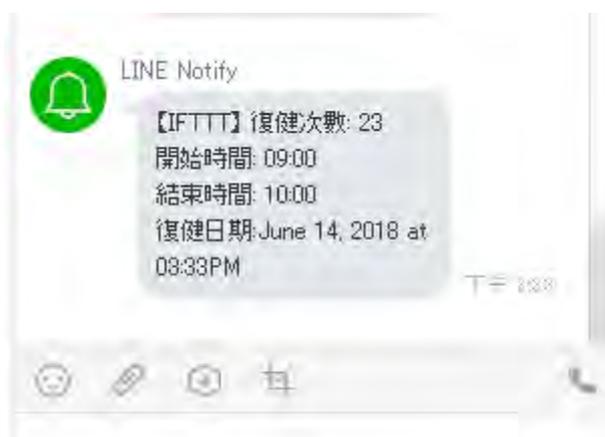
http://163.32.103.12/dah04/in_ifttt.asp

可以發送資料進行測試

復健次數

開始時間

結束時間



陸、討論：

- 一、多功能腿部肌力復健系統，應用於術後腿部骨骼肌力復健或肌肉萎縮症復健，車禍或運動傷害導致骨折。在台灣，平均每分鐘就有約 1.2 個人因為骨折而就診，根據衛生福利部全民健康保險醫療統計年報，2013 年的骨折就診人數約有 67 萬人，較 10 年前多了 1.4 倍，顯示骨折在日常生活中愈來愈常見，其中腿部骨折影響行動而更麻煩。然而，多數人知道骨折後需要靜養休息，卻常常忽略術後復健的重要，導致骨折傷處癒合，卻有肌肉無力的狀況。不僅影響生活品質，也出現更多後遺症。
- 二、此作品是針對某些骨骼損傷、骨折、中風、截肢、運動傷害、肌肉萎縮等患者復健，或是慢性疾病長期疾苦所引起的身體功能缺失、不協調等障礙的病患而設計協助復健的系統。
- 三、工業 4.0 大數據資料的分析，我們發現現今之復健工作能夠有效率的執行，如何有效率的執行病患之復建工作呢，往往都是因為人們的惰性以及醫師沒辦法完全掌握患者之復健資料，使用此復健系統可經由系統儲存患者復健資料，記錄患者之復健結果，使醫師能掌握患者資料，並有效地和患者互相配合，以達到更有效率之復健醫療。
- 四、此復健系統用來紀錄患者之復健動作，藉由負重感測器感測患者施加之重量，並且當施加之重量與系統所設定重量相等時，表示以完成一次的復健動作，由螢光幕上之綠色燈號顯示，反之，則螢光幕之則會亮紅燈。
- 五、通訊資料部份，未來可朝向專屬 VPN 方式修正

柒、結論：

- 一、骨骼手術後除物理治療同時也要配合復健治療，如果不依照正常而完整的復健治療，將有可能會造成肌肉的萎縮，關節的退化，活動功能的喪失，提早老化...等等。因此激發我們設計骨傷復健系統，增進復健效果並避免再度傷害。
- 二、利用電子設備協助調整運動復健的時間、操作的重量，操作項目及方法。並藉由光、電、冷、熱、水、和機械力等物理因子、及運動治療方式，來幫病患減輕疼痛、放鬆肌肉。並將患者的復健結果資料做記錄，提供醫師最佳的診療參考依據。
- 三、進行骨傷復健時，系統讀取個人病例、就診及復健資料，提供復健醫師參考。復健時患者依醫師所指定的復健重量、復健操作次數及進度，輕敲觸控螢幕即完成登錄作業。啟動復健開始鈕，即可進入復健系統，患者在依系統指示步驟。當施加的重量與系統所設定復健重量相等時，表示已完成一次的復健動作，由螢光幕上方以綠色燈號顯示完成。當施加的重量超過設定重量的 10%時，螢幕上方以紅色燈號顯示，在以語音方式告知復健者，避免受傷。完成醫師所指定的復健次數後，觸控螢光幕存檔鈕，系統會將復健者所操作的復健資料記錄於記憶體中。同時復健者可由系統選擇輕鬆優資的音樂聆聽，可舒緩復健時緊張及單調復健動作。
- 四、社會日益進步，相對的對於醫療水準方面的要求也就日益提高，因此對於醫療設備的要求也就不單單只是救命的工具，更希望能有更完善的系統以供使用。復健的工作是醫療後重要的一環，復健不但可使病患增加康復的時間，也能藉由復健的工作來治療、恢復其行動，因此激發我們設計了這套骨骼復健器材。
- 五、往往因為醫師以及患者之間沒有適當的配合，而使得復建工作的效率大打折扣，假如能有一套這樣有計畫，並且可紀錄患者復建時之資料的話，不僅患者能配合醫師之指定復建工作，並且醫師也能及時掌握病患之復健進度以及病患之病例資料，以達到更有效率之復健醫療，相信日後在復健上的程序一定能更完善。

捌、參考資料及其它：

【一本書】

- [1]楊明豐 (出版日期:2015-04-15)。Arduino 最佳入門與應用: 打造互動設計輕鬆學 (第2版)。碁峰資訊股份有限公司。
- [2]Don Wilcher (出版日期:2014-11-28)。Make: 簡易的 Arduino 專題製作。美商歐萊禮股份有限公司台灣分公司。
- [3]洪國勝 (出版日期:2018-02-22)。輕課程 輕鬆學程式設計 Visual Basic 2017。台科大圖書股份有限公司。
- [4]胡順江 (出版日期:1992-08-15)。復健醫學與護理。匯華圖書出版股份有限公司。

【學位論文】

- [1]廖翊涵(民 104)。以運動指標預測復健成效暨設計復健方針。國立中央大學／生物醫學工程研究所。
- [2]曾郁凌(民 104)。運用 G Sensor 建置遠距復健平台-以人工膝關節置換術後復健為例。國立臺北護理健康大學／資訊管理研究所。
- [3] 王國忠(民 104)。下肢外骨骼復健系統構開發。正修科技大學／機電工程研究所
- [4] Kazerooni H., Stegre R., Huang L. Hybrid Control of the Berkeley Lower Extremity Exoskeleton BLEEX. Int. J. of Robotics Research, 2006, 25(5): 561 -573
- [5]夏振濤. 助行訓練機器人系統設計及步態控制實驗研究[D]. 哈爾濱工程大學碩士論文 2009.3
- [6] Interrater Reliability of a Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity from http://www.greatseminaronline.com/course_documents/six/interrator.pdf

【評語】 052315

1. 本作品設計一套復健系統，輔助病患進行復健工作，所系統設計包含一重量感測器用以偵測及記錄復健者的訓練重量，並透過 LINE 通知家人及醫生，以掌握其復健情形，使復健工作更具效率，具實務應用價值。
2. 透過對人體膝蓋關節構造、復健知識的基本認知及對壓力感測元件、單晶片微電腦及通訊軟體的瞭解，設計完成一復健系統機台雛型，若再予精進，有趨實用的可能。
3. 量測設備宜加校正，測試數據亦應有標準參考件加以驗證。
4. 產品規格宜再清楚、明確，適用病患的範圍與狀況也應敘明，俾免誤用。
5. 宜導入醫學或復健專家的意見，以確認復健者依循本系統之規定復健時，具有正面效果，並確認不會有造成使用者進一步傷害之情形。

摘要

「雙手萬能、雙腳亦萬能」，雙腳是我們身體輪胎，它可以承載身體移動，假如某天當雙腳失去健康時，除了漫長的醫療外，也需要藉由復健的工作來治療、矯正其行動，而傳統的復健設備只是單調的機器，只是單純的對復健者進行複重的測試，如果能有一套完善電子設備可以協助復健者及醫生作有計畫的復健執行，相信日後對復健者進行醫療復健一定能夠更加完善。

治療與復健對骨傷是漫長的醫療行為，由期是康復後的復健醫療，我們設計輔助協助病患進行復健工作，因此系統設計重量感測器，來偵測復健者的重量測試並記錄，假如能有一套完善且有計畫的復健系統協助復健的話，相信復健工作一定能更有效率。

壹、研究動機：

- 一、奶奶已高齡 82 歲，因膝蓋退化，所以手術裝了人工關節，在恢復期間，因走動會疼痛，又疲累，如果有這台復健機，在家隨時都可做復健，查看復健的進度與改善的結果，再傳給醫生查看復健結果，不僅可以省下多餘的時間、金錢與體力，是比較符合經濟人力效率的，由於有家人的陪伴與督促，老人家會樂意起身做復健，不僅可以增進家人的互動與感情，又達到有效的成果。
- 二、復健治療，愈早開始愈好，最佳的復健介入時間可在手術開完刀隔天。復健醫師依據患者的狀況，評估在可以做的復健動作。由於下肢開刀住院時間平均是 5~7 天，出院之後，病人可以透過本系統進行居家復健，就不用每天到院復健，並可將復健結果傳送至雲端資料庫，復健師就能透過電腦隨時追蹤患者復健情形，並給予復健評估及建議。
- 三、對於骨骼損傷、骨折、中風、截肢、運動傷害、肌肉萎縮等患者復健，或是慢性疾病長期疾苦所引起的身體功能缺失、不協調等，就能夠有更完善的復健治療輔助系統以及設備，因此我們藉由復健來治療、矯正其行動以及使用復健輔助用具來模擬環境障礙，其最終的目的就是要讓一個人能夠在病痛或殘障之後，能夠經由復健的治療來減少病患家屬及社會的負擔，使其能獨立自主有尊嚴的生活。

貳、研究目的：

- 一、正確有效的術後即時訓練肌力，可以減少骨骼、韌帶的傷害，肌肉有穩定關節的作用，術後若缺乏肌力訓練，反而會讓骨骼與韌帶容易受損，導致骨折部位好了，周邊的組織開始疼痛。
- 二、此目的是針對某些骨骼損傷、骨折、中風、截肢、運動傷害、肌肉萎縮等患者復健，或是慢性疾病長期疾苦所引起的身體功能缺失、不協調等障礙的病患而設計協助復健的系統。
- 三、運動復健就是藉由運動來增強其骨骼的強

度及關節的活動量，使肌肉的肌力與肌耐力增強，假設能有這麼一套有計畫性的電子設備來協助復健醫師做專業的復健執行，隨時調整復健的時間、操作的重量、操作項目及方法以提供醫療物理治療師參考，藉由光、電、冷、熱、水、機械力等物理因子以及運動的治療方式來改善病患身體的各種問題。

參、研究設備器材：

設備名稱	數量	備註
電腦主機含觸控顯示器	1	系統程式控制電腦，Arduino 程式撰寫
雙電源直流電壓供應器	1	電路實驗
Arduino Uno 控制板	1	單晶片微電腦硬體電路設計及模擬
數位三用電表	1	電壓量測與電阻量測
麵包板	1	硬體電路實驗為免焊萬用板
TAS606 負重感測模組(200kg)	4	負重感測器提供車載平衡真測
重量感測放大器 - HX711	4	類比信號/數位信號轉換控制
石英晶體(16MHz)	1	提供單晶片微電腦之工作時脈
邏輯探筆	1	邏輯信號準位測試
積體電路 ATmega328P	1	Arduino 單晶片為系統核心
積體電路 MAX232	1	串列傳輸信號轉換控制
AC/DC 電源供應器(12V/2A)	1	提供電路直流電源
TTL 轉 USB 傳輸線	1	串列傳輸轉換介面
音頻放大器	1	聲音輸出與音源放大
7805 穩壓積體電路(+5V)	1	系統電源穩壓

肆、研究過程或方式：

4-1 系統架構方塊圖

多功能腿部肌力復健機方塊圖，如圖 4-1 所示。多功能腿部肌力復健機，共有五個單元分別有負重感測器單元、重量感測類比/數位轉換單元、Arduino 單晶片微電腦控制單元、RS-232 串列傳輸轉換單元、個人電腦復健顯示器單元。負重感測器轉換單元，安裝腿部腳踏板下方，用來偵測踩踏重量，負重感測器訊號經電纜線接至重量感測類比/數位轉換單元，重量感測類比/數位轉換單元，主要是將重量感測器類比訊號放大，再經由模組將類比訊號轉換成數位訊號。Arduino 單晶片微電腦控制單元，為系統硬體電路主控制器，分別控制讀取重量感測類比/數位轉換單元，感測器的重量數位資料，再透過 RS-232 串列轉換單元，資料經由 USB 傳送至復健控制電腦處理系統單元。

個人電腦復健顯示器單元，利用 RS232 串列埠，接收由單晶片微電腦所傳來負重感測元件所偵測的重量數據，個人電腦周邊控制單元是系統命脈，主要是處理、分析、記錄復健各項資料。復健資料記錄透過 USB 介面，將復健結果記錄於記憶體中，人機介面設計以觸控螢幕操作方式，登錄及操作各項復健時所需要的選單。

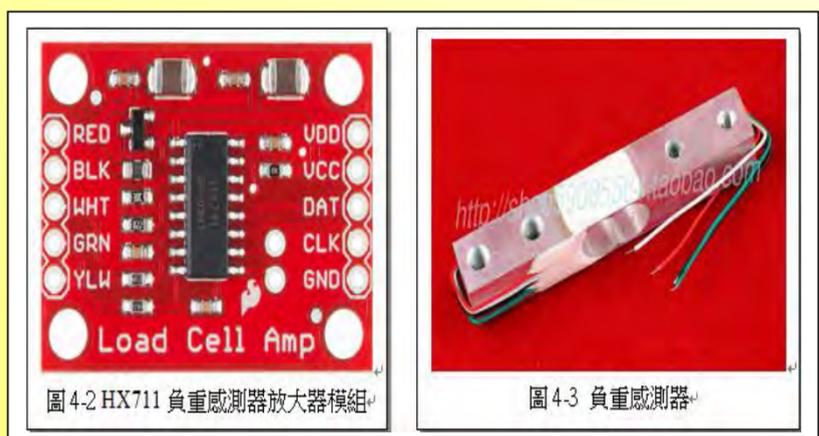


圖 4-1 多功能腿部肌力復健機方塊圖

4-2 重量感測類比/數位轉換單元

HX711 負重感測器放大器模組，如圖 4-2 所示。接受來自負重傳感器的五根導線。這些引腳用顏色標記；RED, BLK, WHT, GRN 和 YLW，如圖 4-3 所示。這些顏色對應於稱重傳感器的常規顏色編碼，其中紅色，黑色，綠色和白色線來自稱重傳感器上的應變儀，黃色是可選的接地線，不連接到應變計，採接地方式可減少任何小的外部 EMI（電磁干擾）。以屏蔽信號線，以減少 EMI。

HX711 模組電路圖，如圖 4-4 所示。重傳感器放大器是 HX711 IC 的一個小型分線板，讀取負重感測器以測量重量。並將放大器連接到微控制器，能夠讀取負重感測器電阻的變化，使用前需做校準，將能夠獲得非常準確的重量測量值。

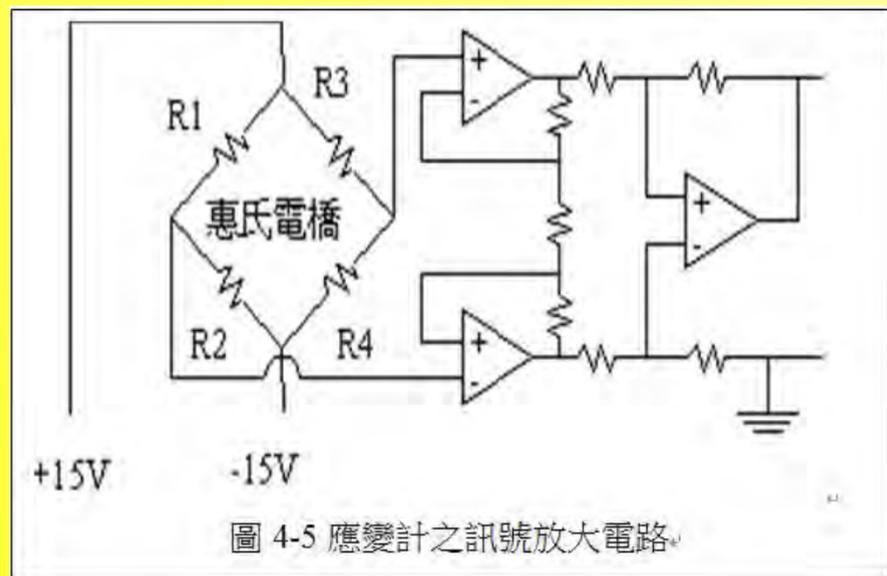


4-3 壓力感測元件之原理介紹

目前在微電子技術所製造的元件中，壓力感測元件是最早商品化的，同時應用也最為廣泛，壓力感測元件已大量地應用在汽車、醫療、工業量測、自動控制和各種電子產品上。壓力感測元件所應用的原理有下列三種效應，如壓電效應(piezoelectric)、壓阻效應(piezoresistive effects)、以及電容效應。但依環境與場所就有不同選擇，在作品中我們選用壓阻效應式負重感測器作為車載平衡稱重感測元件。

4-3-1 壓電效應

壓電效應可以將電能與機械能互相轉換，也就是改變材料長度(機械能)會改變電壓(電能)，大家現在可以想像為什麼這個效應要稱為「壓電」效應了吧！當你對壓電材料施加「壓」力時，材料的長度會縮小，這個時候便會產生「電」壓變化。感測壓力的電阻以惠斯登電橋(Wheatstone bridge)的方式來連接，應變計之訊號放大電路，如圖 4-5 所示，其中電阻 R1 即為矽質壓力感測元件。



4-3-2 壓阻效應

所謂壓電效應是指當機械作用力作用於材料時，材料所能產生的電效應，相反的當施加電場於材

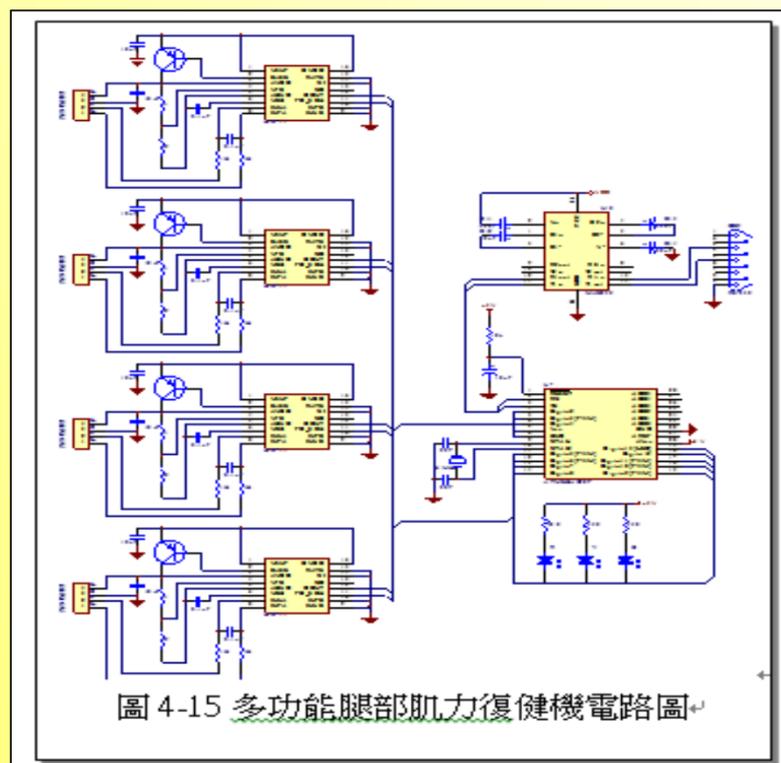
料時，能夠使材料產生機械變形。這種現象只存在某些結晶材料，如石英(Quartz)、氧化鋅(ZnO)、鈦酸鋇陶瓷(BaTiO3)、鈦酸鉛鈳陶瓷(PbZrTiO3, PTZ)，或是一些特殊的化學聚合物如 PVDF，由於矽晶具有中心對稱的網格結構無法展現其壓電性質，因此這些材料必需經過一定的製程塗佈於矽晶表面才能具有壓電性，如石英必需依一定的軸向切割、壓電陶瓷需經過高電場極化。負重感測器又稱之為應變計，應變計(Strain Gage)是利用元件之電阻值依彎曲、變形程度而變化之特性做成的一種計測器。然而應變計測量應變或應力時，是將應變計黏貼在被測物體上。在外力作用下，被測物體表面產生微小變形，黏貼在其表面上的應變計也隨其產生相同的變化，因此應變計之電阻也產生相同的變化。在應變計電阻變化的感測是使用惠斯頓電橋，如圖 4-6 所示。來做檢出，而在惠斯頓電橋的應用上也分成三種不一樣的用法，例如將一個電阻更換成應變計、兩個更換成應變計或全部更換成應變計。

4-6 電路實驗

電路設計先以麵包板進行實驗，如圖 4-14 所示。將電路製作於麵包板中，開始撰寫 Arduino 程式，待硬體電路與軟體完成後，再進行電路板規劃與設計，將各元件焊接於印刷電路板上，接上電源即可進行系統整合測試，並開啟 VBP 程式接上 RS232 傳輸介面，即可進行電路實驗，如果產生錯誤，再修正硬體電路或軟體程式，直到功能正常。

4-7 電路設計

多功能腿部肌力復健機電路圖，如圖 4-15 所示。電路以 Arduino Mega328P 為核心控制器，負重感測器 1~4 分別接至 HX711 類比/數位轉換電路，在接至 Arduino 之 pin2~pin9 腳位。ArduinoRX 接至 MAX232TX，ArduinoTX 接至 MAX232RX，主要是將轉換得重量值利用串列傳輸將資料傳送至電腦中處理。單晶片微電腦 digital 數位輸入腳 10~13 位置，接至 LED 燈號顯示，當重量高於 10% 以上時顯示紅燈，表示復健重量過重，復健值在復健值 80%~100% 範圍內，顯示綠色燈號，表示復健有成效，當復健重量低於 80% 以下，顯示黃燈表示復健未達標準值。VB 程式會將測試結果記錄於曲線圖上。電路之 D 形接到 TTL 轉 USB 介面，即可將資料上傳與訊息下載。



度傷害，因此我們設計半圓形的雙手握把，讓復健者可以用雙手來支援身體的重量，同時也可上下調整高度，適合不同身高的復健者。底部設計單腳踏板下方安裝重量感測器，來偵測復健者踩踏重量。

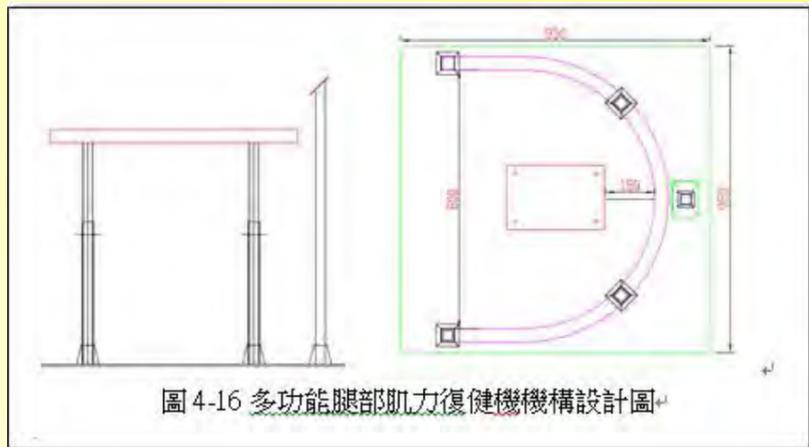


圖 4-16 多功能腿部肌力復健機機構設計圖

4-9 IFTTT 通訊實驗

雲端平台 if this then that (ifttt)，如圖 4-17 所示。是一個連結許多常用網路服務的自動化工具，使用者能指定某個網路服務 A (Channel A) 在發生某個條件後，觸發 (trigger) 另一個網路服務 B (Channel B) 進行某個反應行動 (Action)，這整個流程就被稱為一個自動化任務 (Recipe)。

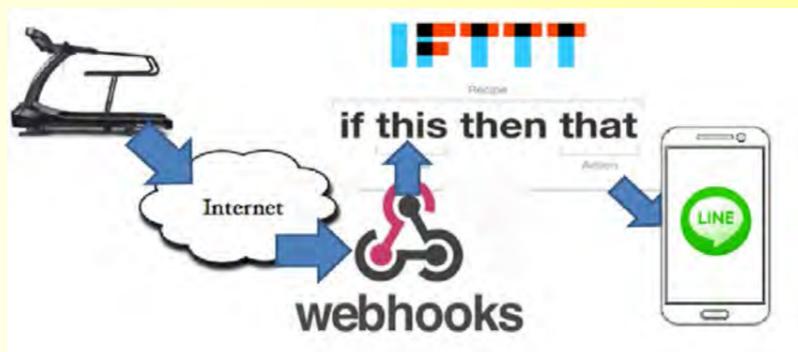


圖 4-17 雲端平台 if this then that (ifttt)

伍、研究結果：

5-1 前言

傳統復健儀器往往只是單純的對著復健者進行重複的負重測試，而卻往往沒有記錄其病患之復健資料以及進度，因此使用此復健系統不僅可以利用其記憶卡記錄復健者之復健資料，並可利用此系統之語音告示提醒復健者已完成之復健動作。

5-2 多功能腿部肌力復健機

多功能腿部肌力復健機，如圖 5-1 所示。本作品可分為六個主體單元，分別為個人微電腦單元、觸控是螢光幕以及顯示控制單元、負重感測器及 A/D 轉換單元、Arduino 單晶片微電腦介面單元、音樂播放及語音單元、記憶單元。程式以 Visual Basic 撰寫，主要控制週邊的記憶體之資料寫入/讀取、音樂播放與語音的告知控制、讀取單晶片微電腦所偵測的負重感測器所轉換的資料。



圖 5-1 多功能腿部肌力復健系統

5-3 多功能腿部肌力復健系統控制電路

多功能腿部肌力復健系統電路配置圖，如圖 5-8 所示。電路我們設計四組重量感測器，分別可擴充測試左右腳、可同時支援兩台多功能腿部肌力復健系統使用。

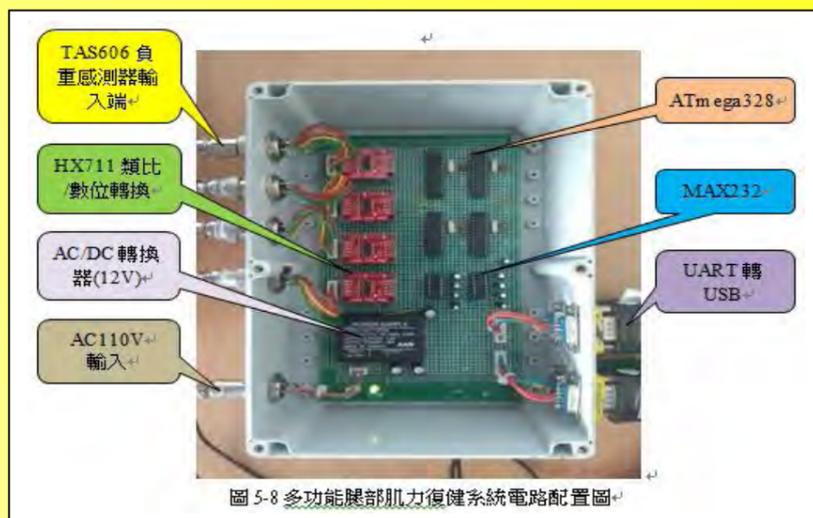


圖 5-8 多功能腿部肌力復健系統電路配置圖

陸、討論：

多功能腿部肌力復健機，應用於術後腿部骨骼肌力復健或肌肉萎縮症復健，車禍或運動傷害導致骨折。在台灣，平均每分鐘就有約 1.2 個人因為骨折而就診，根據衛生福利部全民健康保險醫療統計年報，2013 年的骨折就診人數約有 67 萬人，較 10 年前多了 1.4 倍，顯示骨折在日常生活中愈來愈常見，其中腿部骨折影響行動而更麻煩。然而，多數人知道骨折後需要靜養休息，卻常常忽略術後復健的重要，導致骨折傷處癒合，卻有肌肉無力的狀況。不僅影響生活品質，也出現更多後遺症。

此作品是針對某些骨骼損傷、骨折、中風、截肢、運動傷害、肌肉萎縮等患者復健，或是慢性疾病長期疾苦所引起的身體功能缺失、不協調等障礙的病患而設計協助復健的系統。

柒、結論：

骨骼手術後除物理治療同時也要配合復健治療，如果不依照正常而完整的復健治療，將有可能會造成肌肉的萎縮，關節的退化，活動功能的喪失，提早老化... 等等。因此激發我們設計骨傷復健系統，增進復健效果並避免再度傷害。

利用電子設備協助調整運動復健的時間、操作的重量，操作項目及方法。並藉由光、電、冷、熱、水、和機械力等物理因子、及運動治療方式，來幫病患減輕疼痛、放鬆肌肉。並將患者的復健結果資料做記錄，提供醫師最佳的診療參考依據。

捌、參考資料及其它：

- 【學位論文】
- [1] 廖翊涵(民 104)。以運動指標預測復健成效暨設計復健方針。國立中央大學/生物醫學工程研究所。
 - [2] 曾郁凌(民 104)。運用 G Sensor 建置遠距復健平台-以人工膝關節置換術後復健為例。國立臺北護理健康大學/資訊管理研究所。
 - [3] 王國忠(民 104)。下肢外骨骼復健系統構開發。正修科技大學/機電工程研究所
 - [4] Kazerooni H., Stegre R., Huang L. Hybrid Control of the Berkeley Lower Extremity Exoskeleton BLEEX. Int. J. of Robotics Research, 2006, 25(5): 561 -573
 - [5] 夏振濤。助行訓練機器人系統設計及步態控制實驗研究[D]。哈爾濱工程大學碩士論文 2009.3